



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 199 42 398.9

**Anmeldetag:** 06. September 1999

**Anmelder/Inhaber:** Professor Dr. Günther O. S c h e n k ,  
Mülheim an der Ruhr/DE

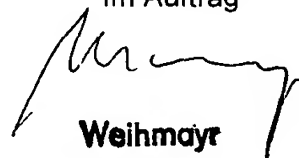
**Bezeichnung:** Verfahren zur Speicherung von Solarenergie

**IPC:** C 10 B 53/02

RECEIVED  
JAN - 3 2003  
TC 1700 MAIL ROOM

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 18. Dezember 2002  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

  
**Weihmayr**

Patentanmeldung

5

Prof. Dr. Günther O. Schenck, Bismarckstraße 31, 45470 Mülheim-RuhrVerfahren zur Speicherung von Solarenergie

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Speicherung von Solarenergie unter Verminderung des  $\text{CO}_2$ -Anteils der Luft.

Bei der Erzeugung von Energie aus fossilen Brennstoffen wird  $\text{CO}_2$  in erheblichen Mengen an die Atmosphäre abgegeben. Nach derzeit gültigen Klimamodellen tritt  
15 dadurch ein Anstieg des  $\text{CO}_2$ -Gehaltes in der Atmosphäre auf. Dieser Anstieg bewirkt durch einen "Treibhauseffekt" ein Ansteigen der globalen mittleren Temperatur, was wiederum zu schwerwiegenden Klimaveränderungen führen kann. Das Bestreben ist daher, den  $\text{CO}_2$ -Ausstoß zu vermindern.

20 Die Verminderung des  $\text{CO}_2$ -Ausstoßes wird auf verschiedene Weise versucht. Ein Weg ist das Einsparen von Energie durch bessere Isolation von Gebäuden, Erhöhung des Wirkungsgrades von Kraftmaschinen usw. Dabei wird überwiegend die noch erforderliche Energie aus fossilen Brennstoffen erzeugt, wobei immer noch  $\text{CO}_2$  freigesetzt wird. Ein anderer Weg ist die Energiegewinnung von "Solarenergie". Dazu  
25 zählt direkt aus der Sonneneinstrahlung, also durch Solarzellen oder Solarkollektoren, erzeugte Energie. Man kann dazu auch Energien zählen, die indirekt durch die Sonneneinstrahlung bewirkt werden, wie Wind und Wasserenergie. Solar-, Wind- und

Wasserenergie bringen, wenn hohe Leistungen erzeugt werden sollen, Beeinträchtigungen der Umwelt mit sich. Sie sind aber  $\text{CO}_2$ -neutral und erhöhen den  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Atmosphäre nicht. Der  $\text{CO}_2$ -Gehalt wird aber auch nicht vermindert.

- 5 Schließlich gibt es noch die Erzeugung von Energie aus Biomasse. Die gängigste Art ist das Heizen mit Holz oder Holzkohle. Es ist aber auch bekannt, aus Biomassen Wasserstoff oder Alkohol zu gewinnen. Auch diese Energien sind  $\text{CO}_2$ -neutral. Das bei der Verbrennung von Holz freigesetzte  $\text{CO}_2$  ist vorher durch Photosynthese der Atmosphäre entzogen worden.

10

Alle diese bekannten Maßnahmen sind günstigenfalls  $\text{CO}_2$ -neutral. Sie können nicht den vorhandenen  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Atmosphäre vermindern oder aus anderen Quellen anfallendes  $\text{CO}_2$  kompensieren.

- 15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Gewinnung und Speicherung von Solarenergie zu schaffen, das gleichzeitig eine Verminderung des  $\text{CO}_2$ -Anteils der Luft bewirkt.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfaßt die Verfahrensschritte:

20

- (a) Bereitstellen einer Menge von durch Photosynthese entstandener, zur Bildung von Holzkohle geeigneter Biomasse,
- (b) Umsetzung der Menge von Biomasse in Holzkohle,

25

Wasserenergie bringen, wenn hohe Leistungen erzeugt werden sollen, Beeinträchtigungen der Umwelt mit sich. Sie sind aber  $\text{CO}_2$ -neutral und erhöhen den  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Atmosphäre nicht. Der  $\text{CO}_2$ -Gehalt wird aber auch nicht vermindert.

- 5 Schließlich gibt es noch die Erzeugung von Energie aus Biomasse. Die gängigste Art ist das Heizen mit Holz oder Holzkohle. Es ist aber auch bekannt, aus Biomassen Wasserstoff oder Alkohol zu gewinnen. Auch diese Energien sind  $\text{CO}_2$ -neutral. Das bei der Verbrennung von Holz freigesetzte  $\text{CO}_2$  ist vorher durch Photosynthese der Atmosphäre entzogen worden.

10

Alle diese bekannten Maßnahmen sind günstigenfalls  $\text{CO}_2$ -neutral. Sie können nicht den vorhandenen  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Atmosphäre vermindern oder aus anderen Quellen anfallendes  $\text{CO}_2$  kompensieren.

- 15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Gewinnung und Speicherung von Solarenergie zu schaffen, das gleichzeitig eine Verminderung des  $\text{CO}_2$ -Anteils der Luft bewirkt.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfaßt die Verfahrensschritte:

20

- (a) Bereitstellen einer Menge von durch Photosynthese entstandener, zur Bildung von Holzkohle geeigneter Biomasse,
- (b) Umsetzung der Menge von Biomasse in Holzkohle,

25

(c) dauerhaftes Lagern einer wesentlichen Teilmenge der Holzkohle und

(d) Umsetzen nur der Restmenge der Holzkohle in Energie oder Energieträger.

5 Die Menge von photosynthetischer Biomasse, z.B. Holz, hat  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre entnommen und damit den  $\text{CO}_2$ -Anteil der Atmosphäre verringert. Wenn nun diese Biomasse in Holzkohle umgesetzt wird, dann ergibt sich ein lagerfähiges Material, das zweckmäßig gelagert nicht unter Entwicklung von Treibhausgasen verrottet. Wenn nun eine wesentliche Teilmenge der Holzkohle dauerhaft gelagert wird, dann wird eine  
10 entsprechende Menge an  $\text{CO}_2$  der Atmosphäre nachhaltig entzogen.

Die Restmenge kann in bekannter Weise in Energie oder Energieträger wie Wärme, Elektrizität oder Wasserstoff umgesetzt werden. Das Land, auf welchem die pflanzliche Biomasse vor der Umwandlung in Holzkohle erzeugt wurde, kann wieder in geeigneter  
15 Weise bepflanzt und erneut zur Erzeugung photosynthetischer Biomasse und daraus von Holzkohle ausgenutzt werden.

Die Erfindung ist nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert.

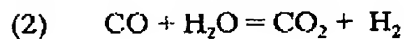
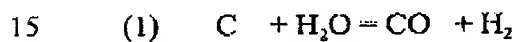
20 Beispiel 1: Holzkohle wird unter einem nicht entflammaren Schutzgas, dessen spezifisches Gewicht höher ist als das der Luft, in einer zweckmäßig konstruierten Bunkeranlage in einem stillgelegten Kohlebergwerk mehrjährig gelagert. Als Schutzgase besonders geeignet sind Kohlendioxid oder Edelgase (nicht Helium) wie Argon, Neon oder Xenon. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen wird  $\text{CO}_2$  als Schutzgas zur Verhütung  
25 möglicher Entzündung und oxidativer Abbauvorgänge sowie Eindringen von Feuchtigkeit bevorzugt. Ein Teil der Holzkohlebunker wird für mindestens 20-jährige Lagerzeiten vorgesehen.

Beispiel 1a: Es werden mehrere Holzkohlebunker mit jeweiligen Schutzgasanlagen  
30 vorgesehen, die zur nachhaltigen Lagerung der Holzkohle bestimmt sind. Es sind jedoch zweckmäßige Vorrichtungen zur Vorratentnahme nach hinreichender Lagerzeit und Bedarfslage vorgesehen.

Beispiel 1b: Die Bunkeranlagen für Holzkohle gemäß 1a und 1b werden in anderen freigewordenen Bergwerken oder Lagerstätten untergebracht, doch wird auf Schutz der eingelagerten Holzkohle vor möglichen Wassereinbruch und überhöhter Temperatur (keine überirdischen Bunker) geachtet.

Beispiel 2: Wasserstoff aus Holzkohle ("C") und Wasser

Die Produktion von Wasserstoff aus Kohlenstoff und Wasser ist komplizierter als die Bruttogleichung  $C + H_2O = CO_2 + H_2$  zeigt. Im technischen Druckgenerator tritt praktisch erst bei sehr hohen Temperaturen die stark endotherme Kohlenstoffvergasung gemäß (1) ein. Dieser folgt die schwach exotherme ebenfalls  $H_2$  bildende katalytische Wassergas-Shiftreaktion nach (2) bei nur noch mäßig erhöhten Temperaturen.



Zur Erzielung der im Eingang der Kohlevergasung (1) im Druckreaktor erforderlichen Temperaturen über  $1500^\circ C$  wird mit den Reaktanden Wasser und feinst zerkleinertem C eine erforderliche Menge Sauerstoffgas zugemischt. Es verbleiben so noch ca. 83,4 % als Prozeß-C für die Wasserstoffproduktion zur Verfügung.

Eine typische "Texaco-Anlage" zur Kohlevergasung (Kirk-Othmer 1978, ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY 3.Ed. Vol 12, 1978, Wiley, New York 1978, p. 959/60) mit einer Kapazität von  $2,83 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$  Rohwasserstoff wird mit 1852 t/d fein zerkleinerter Holzkohle (davon 83,4 % Prozeßholzkohle) beschickt. (Es werden also pro Stunde  $1852/24 = 77 \text{ t/h}$  Holzkohle eingesetzt. Gegenüber allen fossilen Kohlen besitzt Holzkohle den Vorteil, daß sie frei ist von schwefelhaltigen und schwermetalligen Katalysatorgiften, was die Standzeiten der Katalysatoren verlängert und deren Wirksamkeit verbessert sowie besondere Gasreinigungsoptionen überflüssig macht.

Der Beschickung mit 77 t/h C in der Texaco-Anlage stehen jährlich 1.894 t C/h (s.Beispiel 3) aus der Holzkohleeinbunkerung gegenüber. D.h. es könnten ca. 24 bis 25 derartige Texaco-Wasserstoffgeneratoren betrieben werden. Die großzügige Einbunkerung der Holzkohle kann die Zuverlässigkeit der Logistik der solaren Wasserstoffwirtschaft garantieren.

Beispiel 3: Es sollen jährlich 300 Mio t fossiler Emissionen, d.h. nach Bundesumweltamt die gesamte jährliche CO<sub>2</sub> Emissionsminderung in Deutschland (entsprechend jährlich 81,82 Mio t fossil C) vermieden werden. Die klimawirksame CO<sub>2</sub>-Verminderung soll mit einem Wirkungsgrad  $W = 0,8$  betrieben werden. Dementsprechend ist von 5 Vegetations-Produktionsperioden mit (jährlich) 81,82 Mio t fossil C-äquivalent jeweils eine entsprechend 81,82 Mio t C zur Wasserstoffproduktion verfügbar, während  $4 \times 81,82 = 327,27$  Mio t C als Holzkohle verbunkert bleiben.

15

Es sind demnach nach fünf Jahren 81,82 Mio t C zur Wasserstoffproduktion verfügbar, d.h. vom fünften Jahr an jeweils  $81,82 \text{ Mio t C} / 5 = 16,35 \text{ Mio t C pro Jahr}$ . Dies entspricht bei 360 Tagen/a  $0,045 \text{ Mio t C/d}$  bzw. umgerechnet pro Stunde 1.894 t C/h.

### Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Speicherung von Solarenergie unter Verminderung des CO<sub>2</sub>-Anteils der Luft, **gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte**

10

(a) Erzeugung einer Menge von Holzkohle bildender Biomasse durch Photosynthese,

(b) Umsetzung der Menge von Biomasse in Holzkohle,

15

(c) dauerhaftes Lagern einer wesentlichen Teilmenge der Holzkohle und

(d) Umsetzen nur der Restmenge der Holzkohle in Energie oder Energieträger.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Restmenge von Holzkohle zur Erzeugung von Wasserstoff benutzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Lagerung der Holzkohle unter Schutzgas erfolgt.

25

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Schutzgas CO<sub>2</sub> verwendet wird.

30

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Holzkohle in Hohlräumen von Bergwerken gelagert wird.